

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超音波振動感知センサを用いた人や動物、機械等の状態判別装置と、これを利用した人や動物、機械等の状態判別方法並びに防犯用セキュリティシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 容器本体と、容器本体の中に密封された液体と、液体の中に超音波を送信すると共に液面で反射された超音波を受信する超音波振動子とから成り、感知対象である人や動物、機械等の動静を検知する超音波振動感知センサと、超音波送受信部と信号変換部とマイクロコンピュータ部とを備え、前記超音波振動感知センサへ所定時間間隔毎に送信信号を出力すると共に超音波感知センサから所定時間間隔毎に受信信号が入力され、前記入力された受信信号の最大振幅値の変化から超音波振動感知センサの感知対象である人や動物、機械等の危険度を演算する超音波送受信制御装置と、前記超音波感知センサと超音波送受信制御装置との間を連結し、送信信号及び受信信号の入出力通路を形成するケーブルと、から構成したことを特徴とする超音波振動感知センサを用いた人や動物機械等の状態判別装置。

【請求項 2】 超音波送受信制御装置のマイクロコンピュータ部を、超音波振動感知センサから一定時間間隔で入力される受信信号の最大振幅値の時系列データを作成すると共に、所定数の最大振幅値の変化点について標準偏差値を演算し、更に前記時系列データの波形を高速フーリエ変換処理してスペクトラムピークを抽出すると共に、前記標準偏差値及びスペクトラムピーク値からファジィ If Then ルールによって人や動物、機械等の危険度を演算するマイクロコンピュータ部とした請求項 1 に記載の超音波振動感知センサを用いた人や動物、機械等の状態判別装置。

【請求項 3】 人や動物、機械等の動静により生ずる振動を超音波振動感知センサにより検出し、当該超音波振動感知センサで検出した受信信号を超音波送受信制御装置のマイクロコンピュータ部で演算処理することにより、人や動物、機械等の状態を判別するようにした超音波振動感知センサを用いた人や動物、機械等の状態判別方法に於いて、前記マイクロコンピュータ部に於いて、前記超音

波振動感知センサにより一定時間間隔毎に検出した受信信号の最大振幅値の時系列データを作成すると共に、当該時系列データを正規化して解析データを形成し、その後前記解析データの所定数の受信信号の最大振幅値の変化点についてその標準偏差値を演算すると共に、前記解析データの波形について高速フーリエ変換処理を行なって超音波のスペクトラムピーク値を抽出し、その後前記演算した標準偏差値及び前記抽出したスペクトラムピーク値をファジィ If Then ルールに適用して人や動物、機械等の危険度を演算し、当該演算した危険度の値から人や動物、機械等の状態の正常又は異常を判別する構成としたことを特徴とする超音波振動感知センサを用いた人や動物、機械等の状態判別装置による人や動物、機械等の状態判別方法。

【請求項 4】 人や動物、機械等の危険度をファジィ If Then ルールを表わすメンバーシップ関数を用いて演算するようにした請求項 3 に記載の超音波振動感知センサを用いた人や動物、機械等の状態判別装置による人や動物、機械等の状態判別方法。

【請求項 5】 超音波送受信制御装置のマイクロコンピュータ部から一定時間間隔毎に送信パルスと受信許可パルスを超音波送受信部へ発信し、超音波振動検出センサからの超音波の発信並びに超音波振動検出センサからの超音波の受信信号の受入れを制御するようにした請求項 3 に記載の超音波振動感知センサを用いた人や動物、機械等の状態判別装置による人や動物、機械等の状態判別方法。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の人や動物、機械等の状況判別装置を防犯用センサーとして用いたセキュリティーシステム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波振動感知センサを用いて人や動物、機械等の正常又は異常状態を自動的に且つ迅速、正確に判別できるようにした人や動物、機械等の状態判別装置と、これを利用した人や動物、機械等の状態判別方法並びに防犯等のセキュリティーシステムに関するものであり、主として病院等に於ける入院患者の状態観察や動物及び機械の状況観察に用いられるものである。

## 【0002】

### 【従来の技術】

例えば、病院や工場等では、テレビカメラシステムが入院患者や機械等の遠隔観察に多く利用されており、看護師室やオペレーションルーム等に設置したモニタにより病室内や工場内の状況が連続的に観察されている。

また、各病室や工場には、押釦操作やマイク操作により患者の意思や機械等の状態を看護師室やオペレーションルーム等へ伝達するナースコール装置や通報装置が設備されており、患者や機械の操作員は個々に各人の意志を伝達できるようになっている。

## 【0003】

しかし、前記テレビモニタシステムでは、個々の患者や機械等の細かな状態を正確に判別することが困難で、特に夜間等に於ける重症患者の呼吸状態等の判別は不可能に近い。

尚、このことはナースコールシステムに於いても同様であり、重症患者にはナースコールシステムを活用できないと云う問題がある。

## 【0004】

一方、上述の如き問題を解決するため、本願出願人等は従前の加速度計や振動計とは構造・機能を全く異にする超音波振動感知センサを新規に開発し、当該超音波振動感知センサを用いた人の状態計測方法を開発し、これを特願2002-118842号として公開している。

## 【0005】

上記人の状態計測方法は、図14に示すように超音波振動感知センサAと超音波制御装置Bとから成る超音波計測装置をベッドCに取り付け、人の状態の変化（振動状態の変化）を超音波振動感知センサAによって検出し、これを超音波制御装置Bに於いて解析することにより人の状態の正常、異常を判別するようにしたものである。

また、前記超音波振動感知センサAは図13に示すように容器本体1と、容器本体1の中に液面を有するように密封された液体2と、液体2の中に超音波cを送信して液面で反射された超音波dを受信する超音波振動子3とから構成されて

いる。

更に、前記超音波制御装置Bは、超音波振動子3から超音波c、dを液体2中に送受信させるように超音波振動感知センサAを制御するものであり、ケーブル4を介して送受信信号a、bを入出力すると共に、入力信号bを解析して人の状態の正常、異常を判別するよう構成されている。

#### 【0006】

前記本願出願人等が先きに開発をした人の状態計測方法は、図14に示すように超音波振動感知センサAをベッドCに適宜に取り付けると共に、超音波振動感知センサAの超音波振動子3から超音波cを液体2中に送信して液面2aで反射した超音波dを受信制御する超音波制御装置Bを設け、人5の状態により生じられる液面2aの変化を液面2aからの反射超音波dにより計測することにより、人5の状態を計測するようにしたものである。

尚、前記図14を用いた説明では、人の状態計測についてのみ説明をしているが、当該超音波振動感知センサーは、動物や機械等の状態計測にも適用できることは勿論である。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする問題点】

本願出願人等が先きに開発をした図13及び図14に記載の超音波振動感知センサAを用いた人や動物、機械等の状態計測方法は、超音波振動感知センサAにより検出した受信超音波dの振動波形の変化（特に振幅の変化）の状態から人や動物、機械等の状態の変化を判別することを基本とするものであり、人や動物の生・死等の動態変化や機械の破損等は比較的高精度で検出し、判別することが出来る。

しかし、超音波振動感知センサAで検出した受信超音波信号から人や動物の生・死に至るまでの危険状態の度合いや機械の破損に至るまでの危険状態の度合いを数量的に把握する手段や方策については、未だ十分に開発されておらず、その結果現実の患者や動物、機械等を対象とする実用化の点には様々な問題が残されており、特に雑音振動等が多い場合には、人や動物、機械等の状態の正常又は異常の具体的な判別を高精度で出来ないと云う問題がある。

また、前記本願出願人等が先きに開発をした人や動物、機械等の状態計測方法は、従前の所謂ディスクリット回路から成る超音波制御装置Bを使用しているため、当該方法を実施するためのシステムの構築費が高騰し、その引き下げを図り難いと云う問題がある。

#### 【0008】

本願発明は、本願出願人等が先きに開発をした人や動物、機械等状態判別（以下、人等の状態判別と呼ぶ）の状態判別に於ける上述の如き問題、即ち、①より高精度で且つ定量的な人等の状態判別の具体的手段が未開発であるため、現実の人等への適用上に様々な問題があること、及び②人等の状態判別システムの構築費が高かくつき、その大幅な引き下げを図れないこと等の問題を解決せんとするものであり、超音波振動感知センサAを用いて人等の状態判別を高精度で定量的に行なえると共に、マイクロコンピュータを用いて超音波制御装置Bを構成することにより、人等の状態判別のためのシステム構築費の大幅な削減を可能とした超音波振動感知センサを用いた人等の状態判別装置とこれを利用した人等の状態判別方法を提供するものである。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本願請求項1の発明は、容器本体と、容器本体の中に密封された液体と、液体の中に超音波を送信すると共に液面で反射された超音波を受信する超音波振動子とから成り、感知対象である人や動物、機械等の動静を検知する超音波振動感知センサと、超音波送受信部と信号変換部とマイクロコンピュータ部とを備え、前記超音波振動感知センサへ所定時間間隔毎に送信信号を出力すると共に超音波感知センサから所定時間間隔毎に受信信号が入力され、前記入力された受信信号の最大振幅値の変化から超音波振動感知センサの感知対象である人や動物、機械等の危険度を演算する超音波送受信制御装置と、前記超音波感知センサと超音波送受信制御装置との間を連結し、送信信号及び受信信号の入出力通路を形成するケーブルと、を発明の基本構成とするものである。

#### 【0010】

請求項2の発明は、請求項1の発明に於いて、 超音波送受信制御装置のマイ

クロコンピュータ部を、超音波振動感知センサから一定時間間隔で入力される受信信号の最大振幅値の時系列データを作成すると共に、所定数の最大振幅値の変化点について標準偏差値を演算し、更に、前記時系列データの波形を高速フーリエ変換処理してスペクトラムピークを抽出すると共に前記標準偏差値及びスペクトラムピーク値からファジィ If Then ルールによって人や動物、機械等の危険度を演算するマイクロコンピュータ部としたものである。

#### 【0011】

請求項3の発明は、人や動物、機械等の動静により生ずる振動を超音波振動感知センサにより検出し、当該超音波振動感知センサで検出した受信信号を超音波送受信制御装置のマイクロコンピュータ部で演算処理することにより、人や動物、機械等の状態を判別するようにした超音波振動感知センサを用いた人や動物、機械等の状態判別方法に於いて、前記マイクロコンピュータ部に於いて、前記超音波振動感知センサにより一定時間間隔毎に検出した受信信号の最大振幅値の時系列データを作成すると共に、当該時系列データを正規化して解析データを形成し、その後前記解析データの所定数の受信信号の最大振幅値の変化点についてその標準偏差値を演算すると共に、前記解析データの波形について高速フーリエ変換処理を行なって超音波のスペクトラムピーク値を抽出し、その後前記演算した標準偏差値及び前記抽出したスペクトラムピーク値をファジィ If Then ルールに適用して人や動物、機械等の危険度を演算し、当該演算した危険度の値から人や動物、機械等の状態の正常又は異常を判別することを発明の基本構成とするものである。

#### 【0012】

請求項4の発明は、請求項3の発明に於いて、人や動物、機械等の危険度をファジィ If Thenルールを表わすメンバーシップ関数を用いて演算するようにしたものである。

#### 【0013】

請求項5の発明は、請求項3の発明に於いて、超音波送受信制御装置のマイクロコンピュータ部から一定時間間隔毎に送信パルスと受信許可パルスを超音波送受信部へ発信し、超音波振動検出センサからの超音波の発信並びに超音波振動検

出センサからの超音波の受信信号の受入れを制御するようにしたものである。

請求項 6 の発明は、請求項 1 の人や動物、機械等の状態判別装置を防犯用センサーとして用いることを基本とするセキュリティシステムである。

#### 【 0 0 1 4 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

図 1 は超音波振動感知センサを用いた人等の状態判別装置の基本構成を示すブロック線図であり、本発明に係る人等の状態判別装置は、超音波振動感知センサ A と超音波送受信制御装置 D とから構成されており、両者 A、D の間がケーブル 4 により接続されている。尚、先きに開発をした図 1 3 及び図 1 4 の場合と同一の部位・部材には同じ参照番号を使用するものとする。また、ここで「人等」とは、人、動物及び機械等を含んだ総合的な呼び方（用語）である。

#### 【 0 0 1 5 】

超音波振動感知センサ A は、本体容器 1 と、その底部に配置された超音波振動子 3 と、本体容器 1 の中に液面 2 a を形成するように密封された液体 2 とから構成されている。液面 2 a の上側は空間部になっている。

前記本体容器 1 は、金属製であっても樹脂製であってもよく、その材質は如何なるものでもよい。同様に本体容器 1 の形状は自由に選択することができる。

また、液体 2 は超音波 c、d を伝播させる液質であれば何でも良く、例えば水や有機溶媒、それらの混合溶液が使用できる。超音波速度を調整するため、液体 2 に粘性材料を分散混合させて適度の粘性を有するように構成してもよい。

更に空間部には空気などの適当な気体が注入されても良いが、真空状態に保持することによって液体 2 の飽和蒸気で充満させてもよい。

尚、超音波振動子 3 は図示のように上面を液体 2 の中に液没させ、下面を大気に直面させてもよく、或いは下面を容器 1 の内底面に接触させた配置としてもよい。

#### 【 0 0 1 6 】

超音波送受信制御装置 D は、超音波送受信部 6 と信号変換部 7 とマイクロコンピュータ部 8 とから形成されており、①超音波の送信と受信を制御するだけでな

く、②後述するように所定の時間間隔で受信した超音波受信信号 d の最大振幅値を振動感知の時系列データに変換したり、③前記受信した超音波受信信号 d の最大振幅値の変化点の標準偏差を演算したり、④受信超音波信号 d を高速フーリエ変換してスペクトラムの特徴（ピーク）を確認したり、⑤演算した標準偏差や確認したスペクトラムピーク値等からメンバーシップ関数を用いて人等の危険度を演算したり、及び⑥演算した危険度の値から人等の状態が正常状態にあるか異常状態にあるかを判別してその結果を出力すると云う様々な機能を果たすものである。

#### 【 0 0 1 7 】

図 1 を参照して、超音波送受信部 6 は超音波探触子（中心周波数：2 MHz）3 を通して超音波 e、d を送受信する。受信された超音波 d は信号変換部 7 を経てマイクロコンピュータ 8 に取り込まれる。尚、超音波探触子の中心周波数は前記 2 MHz に限定されるものではなく、種々の帯域を利用できることは勿論である。

#### 【 0 0 1 8 】

図 2 は、水面 2 a の状態とそれらの受信信号 b の波形を示すものである。まず、図 2 の（a）は振動のない状態に於ける波形である。水面 2 a と振動子 3 との成す角が直角であるため、送信された超音波 e はほとんど減衰することなく受信されることから、他の 2 パターンの状態と比較して、受信信号 b の波形の最大振幅値が最も大きくなる。次に、図 2 の（b）は水面 2 a に角度をつけた状態に於ける波形である。送信された超音波 e は減衰するため、最大振幅値は下がる。さらに、図 2 の（c）はセンサー A（水面 2 a）が振動している状態である。水面 2 a が波打つことから、超音波受信信号 b の波形の最大振幅値も変動する。

このセンサ A は超音波受信信号 b の波形の最大振幅値の時間的变化を解析することにより、対象物体（人等 5）の振動を感知するものである。

#### 【 0 0 1 9 】

表 1 は、容器本体 1 をアクリル製とし、且つ超音波振動子として基準周波数が 2 MHz の圧電素子型振動子を、また液体 2 として水を利用した場合の図 1 の超音波振動感知センサ A の感度テストの結果を示すものである。尚、表 1 の中の大



きさ欄は容器本体 1 の内側寸法を示すものである。また、角度 0. 0 ～ 1 0. 0 は容器本体 1 の傾斜角度を、更に数値の 1 0 0 ～ 0 は欄は超音波受信信号 b の最大振幅値の減衰割合を示すものであり、角度が 0° の時の振幅値を 1 0 0 とした時の比率を示すものである。

表 1 の結果からも明らかなように、角度が大きくなるほど超音波受信信号 b の振幅値の減衰が大きくなることが判る。

表1 超音波振動子の感度テストのデータ

容器本体の 大きさ (mm)	角 度 (°C)														
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	...	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
100×100×35	100	100	80	60	60	50	...	5	5	5	5	5	0	0	0
100×100×15	100	90	80	60	50	40	...	5	5	0	0	0	0	0	0
60×60×35	100	80	80	50	50	30	...	5	5	5	5	0	0	0	0
60×60×15	100	100	80	60	60	40	...	5	0	0	0	0	0	0	0
40×40×35	100	90	80	60	50	50	...	5	5	5	5	5	0	0	0
40×40×15	100	100	80	50	50	40	...	5	5	0	0	0	0	0	0
20×20×35	100	100	80	80	70	60	...	20	20	20	20	20	20	5	5
20×20×15	100	100	100	80	80	60	...	20	20	10	10	5	5	5	5

(単位: %)

【表1】  
【0020】

【0021】

次に、本発明に係る人等の状態判別装置を入院患者のベッドへ適用した場合の超音波振動感知センサAによる検知データの取得とその処理について説明する。

図3は、本発明に係る人等の状態判別装置を適用した際の説明図であり、患者（人）5の呼吸や心臓の拍動によりベッドCへ与えられる振動を超音波振動検知センサAにより検出する場合を示すものである。

#### 【0022】

先ず、図3に示すように、超音波振動感知センサAを医療用ベッド（PARAMOUNT BED Co., Ltd., A5141）Cに取り付け、データの取得を行った。即ち、本システムで解析するデータは、超音波受信信号bの受信波形の最大振幅値の時間的变化であり、マイクロコンピュータ部8からの送信パルスapによって超音波送受信部6を制御することにより受信波形の取得を0.1秒間隔で行い、それぞれの場合に検知した超音波受信信号bの受信波形の最大振幅値を振動感知の時系列データとして図4の（a）のようにプロットし、その後各プロットデータを正規化して図4の（b）の如き解析データを得るようにした。

#### 【0023】

前記の方法による超音波振動検知センサAを用いたデータの取得は、①図3のようにベッドC上に患者5が寝ている場合（患者（被験者）X及び患者（被験者）Y）、②図3に於いてベッドC上にコンクリートブロックを乗せた場合（15kg 1個、15kg×2個及び15kg×3個）及び③無荷重の場合（何も乗せない場合）の三つの状態について、夫々行なった。

尚、前記②のコンクリートブロックを乗せた状態は患者5の動きが完全に停止した状態を想定するものであり、また、ベッドC上に何も乗せない③の状態は、ベッド振動のバックグラウンド値を得る目的で行なうものである。

また、測定は0.1秒間隔で5分間（即ち合計3000点）の測定を三つの夫々のケースについて10回づつ行なった。尚、測定に於けるサンプリングタイムは短いほどベターであり、例えば0.01秒間隔で行うようにしてもよい。

#### 【0024】

図5は、上記図3の人等の状態判別装置に於いて、ベッドC上を無負荷（何も

乗せない状態)にしたときの超音波振動検知センサAにより取得したデータの図4の(b)に対応する解析データを示すものである。図5により、極めて小さな振幅値の変化が測定されていることが判るが、これは信号変換部7の性能によるものか、若しくはベッドCが設置されている建物基盤の固有の振動によるかの何れかであると想定される。

#### 【0025】

図6は、ベッドC上に人が寝ている場合の取得データの解析データを示すものであり、両患者5の夫々について振幅値の大きな変化が確認できた。尚、図6の中のA及びBは両患者5自体の大きな動きの測定値を示すものである。

#### 【0026】

図7はコンクリートブロックをベッドC上へ乗せた場合の入手データの解析データを示すものであり、ベッドCの上に乗せるブロックの数を変化させても、測定結果の振幅値には何等変化の無いことが確認された。

#### 【0027】

本願発明に於いては、前記超音波振動検知センサAから超音波送受信部6及び信号変換部7を通してマイクロコンピュータ部8へ入力された受信信号bは、前述の如く各検知回数毎にその最大振幅値を振動感知の時系列データとしてプロットされ、その後これを正規化処理することにより図4の(b)の如き形態の解析データが得られる。

#### 【0028】

また、これと同時に、マイクロコンピュータ部8では、検出した超音波受信信号bの最大振幅値の変化点についての標準偏差の演算が行なわれる。

即ち、取得された各検知回数毎の最大振幅値の変化点(3000点)の標準偏差値SD1と、10回分の前記標準偏差値SD1についての標準偏差値SD2とが夫々演算される。

尚、前者の標準偏差値SD1は短時間(0.1秒間隔×3000点=5分間)の検知データ間のばらつきを表わすものであり、また、後者の標準偏差値SD2は長時間(5分×10回=50分)の検知データ間のばらつきを表わすものである。また、標準偏差値SD1及び標準偏差値SD2の検知データの測定時間は、

適宜に変更可能ことは勿論である。

**【 0 0 2 9 】**

表 2 は、前記図 5、図 6 及び図 7 に示した各ケースに於いて、超音波振動検知センサ A により検知した超音波受信信号 b についての前記標準偏差値 S D 1 及び標準偏差値 S D 2 の演算値を示すものである。表 2 から明らかなように、ベッド C 上に人が寝ている場合と、それ以外の場合とでは、標準偏差値 S D 1、S D 2 とともに大きな違いが現れた。これは、ベッド C の上に寝ている患者 5 の動きが停止してしまった場合、この超音波振動検知センサ A によりその状態が検出可能であることを示すものである。

**【 0 0 3 0 】**

表2 標準偏差

【表2】

Data#	なし	被験者				コンクリート		
		A	B	C	D	1 個 (15kg)	2 個 (30kg)	3 個 (45kg)
1	0.00885	0.1186	0.0318	0.0942	0.0554	0.0103	0.0109	0.01156
2	0.00909	0.0965	0.0292	0.1113	0.0311	0.0101	0.0105	0.01144
3	0.00887	0.0678	0.0735	0.1114	0.0448	0.0102	0.0107	0.01142
4	0.00891	0.0716	0.0331	0.132	0.0371	0.0102	0.0105	0.01162
5	0.00912	0.0798	0.0302	0.147	0.0258	0.00982	0.0106	0.0117
6	0.00947	0.0424	0.0516	0.121	0.0293	0.00967	0.0105	0.01176
7	0.00942	0.0534	0.0442	0.119	0.0232	0.00951	0.0107	0.01186
8	0.00947	0.0389	0.0459	0.102	0.145	0.00893	0.0104	0.01198
9	0.00966	0.0535	0.0392	0.0967	0.0334	0.00953	0.0104	0.01176
10	0.00988	0.0753	0.0448	0.0715	0.0240	0.00935	0.0103	0.01204
SD2	0.000337	0.0234	0.0128	0.0201	0.0347	0.000422	0.000177	0.000201

【0031】

前記両標準偏差値SD1、SD2の演算と並行して、マイクロコンピュータ部8では、超音波振動検知センサAにより取得された前記図7に示した解析データの波形について、所謂高速フーリエ変換(FET)の演算処理が行なわれる。図8は前記高速フーリエ変換の結果を示すものであり、図8の(a)はベッドC上に何も無い場合に得られた図5の波形を高速フーリエ変換した結果を、また図8の(b)は人5がベッドC上に乗っている場合の図6の(a)の波形を高速フーリエ変換した場合の結果を、更に図8の(c)は図6の(b)の波形を高速フーリエ変換した場合の結果を夫々示すものである。尚、取得したデータの高速フーリエ変換の演算処理に際して、取得データの時間間隔を適宜に変更することが可能なことは勿論である。

#### 【0032】

図8の(a)～(c)からも明らかなように、内径300mm、高さ20mmの円筒状の亚克力製容器に高さ10mmの水を封入して形成した振動センサをベッドに取り付け、サンプリング時間を0.1秒として3000点の測定をした際の取得データに対して高速フーリエ変換の演算処理を行なった場合、ベッドC上に何も無い場合の取得データに対しては、顕著なスペクトラムピークは確認できない(図8の(a))が、人がベッド上に寝ている場合の取得データに対しては、両被験者X、Yとも図8の(b)及び(c)のように、2MHz付近及び4MHz付近に顕著なスペクトラムピーク(FP)、(SP)を確認することができた。即ち、図8の(b)及び(c)に於けるスペクトラムピークは、ベッドCの上に何も乗っていない場合とコンクリートブロックを乗せた場合には確認できなかったスペクトラムピークであり、人5がベッドC上に寝ている場合にのみ現われる振動によるスペクトラムピークであると考えられる。

尚、上記スペクトラムピーク(2MHz付近及び4MHz付近)の位置は、使用する振動センサの形状や封入液体の種類及び量、サンプリング時間間隔、データ取得時間の長さ等によって夫々異なる位置となることは勿論である。

#### 【0033】

前記超音波振動検知センサAにより検知した超音波受信信号bの最大振幅値の変化から三種の特性値(即ち、短時間の標準偏差値SD1、2Hz付近のスペク

トラムピーク F P、4 H Z 付近のスペクトラムピーク S P) が抽出されると共に、前記標準偏差値 S D 1 は振動が無い時は小さくなり、また前記両スペクトラムピーク F P、S P も振動が無いときにはピーク値が下降することが確認された。

#### 【0034】

また、これ等の確認された知識は、以下に示すファジイ If Then ルールによって表現することができる。

If S D 1 is small or F P is Small or S P is small, Then  $\mu_{abnormality}(X)$  is high. …… (1)

ここで、 $\mu_{abnormality}(X)$  とは患者 X に対する危険度である。

#### 【0035】

このファジイ If Then ルールは図 9 に示すメンバーシップ関数により表されるものであり、患者 X の危険度  $\mu_{abnormality}(X)$  は以下の式により求められる。

$$\mu_{abnormality}(X) = \max \{ \mu_{sd1}(X), \mu_{fp}(X), \mu_{sp}(X) \} \dots\dots (2)$$

ここで、 $\mu_{sd1}$  は S D 1 の所属度、 $\mu_{fp}$  は F P の所属度、 $\mu_{sp}$  は S P の所属度である。

#### 【0036】

前記標準偏差値 S D 1、スペクトラムピーク F P 及びスペクトラムピーク S P が演算されると、マイクロコンピュータ部 8 に於いては、前記 (1) 式及び (2) 式から患者 X の危険度  $\mu_{abnormality}(X)$  が演算される。

表 3 は、算出された各状態の危険度を示すものであり、同表に示すように、危険度は人が寝ている状態では低く、静止した状態（何もない状態、重いものを乗せた状態）では高くなる。即ち、当該危険度の値から、患者 5 が寝ている状態（正常）と動きが停止してしまった状態（異常）を正しく識別することが確認できた。

#### 【0037】

尚、前記 (1) 式で表わされるファジイ If Then ルールそのものは、文献 (L. A. Zaden, Fuzzy Sets and Applications,



J o h n W i t e y a n d S o n s , 1 9 8 7 ) に開示されているものであり、ファジイ論理の技術分野の当業者には公知のルールである。

【0038】

【表3】

表3 危険度

Data#	なし	被験者				コンクリート		
		A	B	C	D	1 個	2 個	3 個
1	0.954	0	0	0	0	0.956	0.961	0.961
2	0.946	0	0	0	0	0.955	0.945	0.964
3	0.947	0	0	0	0	0.958	0.958	0.960
4	0.950	0	0	0	0	0.959	0.959	0.961
5	0.954	0	0	0	0	0.955	0.956	0.961
6	0.945	0	0	0	0	0.960	0.961	0.960
7	0.954	0	0	0	0	0.956	0.958	0.962
8	0.957	0	0	0	0	0.956	0.957	0.961
9	0.954	0	0	0	0	0.955	0.958	0.964
10	0.950	0	0	0	0	0.958	0.956	0.959

【0039】

前記危険度  $\mu a b n o r m a l i t y (X)$  が演算されるとマイクロコンピュータ部 8 では演算した危険度の値を設定値と対比し、危険度が設定値を越えている場合には、人等の状態が異常状態にあると判断して外部へ異常状態の警報等を発信する。また、演算した危険度の値が設定値以下であれば、人等の状態が正常状態にあるとして正常状態の表示信号等を発信する。

#### 【0040】

次に、本願方法発明の実施について、説明する。図 3 及び図 10 を参照して、本実施例に於いては、先ず中心周波数が 2 M H z の超音波振動感知センサ A を入院患者 5 のベッド C のマット内の適宜個所へ固定し、ケーブル 4 により超音波送受信制御装置 D へ連結する。

その後、マイクロコンピュータ部 8 を起動 ( $K_1$ ) し、予かじめ定められた間隔で送信パルス  $a p$  を信号変換部 7 を経て超音波送受信部 6 へ送り、超音波送受信部 6 から送信信号  $a$  を超音波振動子 3 へ入力することにより、送信超音波  $e$  を発信すると共に、液面 2 a で反射されてきた受信超音波  $d$  を超音波振動子 3 で受信し、超音波送受信部 6、信号変換部 7 を経て、受信信号  $b$  をデジタル受信信号  $b p$  に変換し、マイクロコンピュータ部 8 へ入力する。 ( $K_2$ ,  $K_3$ ) 。

#### 【0041】

マイクロコンピュータ部 8 では、先ず適宜の時間間隔例えば 0. 1 s e c 間隔で入力されてくる受信信号  $b$  の最大振幅値の変化点を振動感知の時系列データとしてプロット ( $K_4$ ) し、これを正規化して解析データを得る ( $K_5$ ) 。

次に、前記取得した所定数 (所定時間内) の最大振幅値の変化点 (本実施例の場合約 3 0 0 0 点、5 分間) の標準偏差値  $S D 1$  をマイクロコンピュータ部 8 で演算し ( $K_6$ )、その演算値を記憶する。

また、前記解析データの波形について、マイクロコンピュータ部 8 で高速フーリエ変換処理を行ない ( $K_7$ )、周波数と超音波の強度の相関関係を演算表示すると共に、スペクトラムピーク  $E P$ 、 $S P$  を抽出する。

尚、前記標準偏差  $S D 1$  の演算と高速フーリエ変換処理とは、どちらを先きに実施してもよく、或いは両者を並列的に実施することも可能である。

#### 【0042】

その後、前記標準偏差の演算値SD1及び高速フーリエ変換により求めた二つの特徴的なピーク値(FP)、(SP)をファジィ If Then ルールに適用し、患者5に固有の危険度 $u_{abnormality}(X)$ を算出する(K<sub>8</sub>)。尚、ファジィ If Then ルールに適用する前記ピーク値は一つであっても良く、また複数のピーク値が存在する場合には、複数のピーク値を適用するようにしても良い。

そして、前記演算した危険度Xが設定値を越えた場合には、患者の状態が異常であると判断し(K<sub>9</sub>)、外部へその情報を通報する。

上記処理を連続的又は間欠的に多数の患者について並行して行なうことにより、人等の状態判別が所謂システムとして実施されることになる。

#### 【0043】

図11は、本発明に係る人等の状態判別装置の第2実施例を示すものであり、超音波送受信制御装置Eの部分が第1図の超音波送受信制御装置Dと若干異なっている。

即ち、本実施例に係る超音波送受信制御装置Eでは、所定の時間間隔で送信パルスapが発信されると共に、送信パルスapの発信後に受信許可パルスrpが発信される。この両パルスap、rpのタイミングを適宜に定めることにより、超音波送受信部6が送信パルスで飽和してしまうことなしに、受信信号bを受け入れることが可能となる。

#### 【0044】

また、超音波送受信部6で受信した受信信号bは、信号変換部7でA/D変換してマイクロコンピュータ部8へ取り込むが、この時にコンピュータ部8から発信した受信利得制御信号gpによって、前記受信信号bを規定値に合わせる処理が行なわれる。具体的には、受信信号bの強度を基準設定値と比較し、その差異でもって自動利得調整をして受信信号bの増幅度の利得を変化させ、受信信号bの出力値を基準設定値に合わせる。尚、前記利得設定電圧はマイクロコンピュータのD/A出力を利用している。

上記自動利得調整を行なうことにより、受信信号bの微少な変化も確実に検出されることになり、受信強度信号baとしてマイクロコンピュータ部8へ入力さ

れる。

#### 【0045】

尚、前記受信強度信号  $b_a$  のマイクロコンピュータ部 8 への取り込みは、受信信号  $b'$  を高速で A/D 変換して取り込むことにより実現することができるが、DSP 方式による高速演算取り込みも可能である。

また、マイクロコンピュータ部 8 への受信信号  $b'$  の取り込みは、受信信号の強度を蓄積して取り込む方法、例えば受信信号電圧のホールド回路を用いてピークホールドした信号を取り込む方法も利用可能である。この方法の場合には、信号中の最高強度を記憶することで高速演算を省き、演算そのものを簡略化できる利点がある。

#### 【0046】

更に、前記送信パルス  $a_p$ 、受信許可パルス  $r_p$  及び受信強度信号  $b_a$  間のタイミングは、基本的には図 12 に示す如きタイミングで各信号を発生する。

即ち、図 12 の如きタイミングの基本サイクルを繰り返し、決められた回数ごとに各種の演算をして基本設定値と比較し、各種の信号を発生する。

この様にすることで、各種の演算や判断方法、その閾値を自由に変更することができ、システムを構成する場合に必要な応じて柔軟に対応することが可能となる。

尚、前記信号強度のピークホールド回路を用いる時は、受信許可をしたあとと信号取り込み前に、ホールド信号を出して最高値を記憶させ、そのあとで記憶させた電圧を取り込むようにする。

#### 【0047】

前記図 11 の超音波送受信部 6 を構成する送信回路 6a としては、必要とする高電圧を用意しておき、必要な応じて前記高電圧をパルスで取り出して振動子に与えるものであれば、如何なる型式のものであってもよい。

また、逆に、低い電圧を用意し、この電源回路に挿入したインダクタンスに生ずる逆起電力により高電圧を発生させ、これを利用して振動子を駆動する方法であってよい。

更に、前記超音波送受信部 6 を構成する受信回路 6b は、通常の高周波受信回

路であって所謂アンプ回路とこれに続くピークホールド回路が備えられており、ここに受信信号bの最高値が記憶されることになる。

尚、前記本発明の実施態様に於いては、ベッド上の人（患者）を対象として説明をしたが、対象が動物であっても、或いは工場内に設置した機械等であってもよいこと勿論である。

#### 【0048】

##### 【発明の効果】

本願装置発明に於いては、小型でしかも高感度の超音波振動感知センサを用いるため、病院のベッドや工場の小さな機械装置等へも容易に適用することができると共に、人等の状態（異常又は正常）を高精度でしかも確実に検知することができ、人等の状態判別をシステム的に行なう上で優れた実用的効用を有するものである。

#### 【0049】

また、本願装置発明に於いては、超音波送受信制御装置を超音波送受信部と信号変換部とマイクロコンピュータ部とで形成すると共に、マイクロコンピュータ部で所定の演算処理等を行なうようにしているため、先きに開発をした従前のディスクリット回路を用いて実現した超音波送受信制御装置を用いる場合に比較して、製造コストやシステム自体の構築費を大幅に削減することが出来る。

#### 【0050】

更に、本願方法発明に於いては、所定時間間隔を置いて入手した超音波振動感知センサからの検出信号をマイクロコンピュータへ取り入れ、当該マイクロコンピュータ部により、受信信号の最大振幅値の変化の時系列データの作成とその正規化処理による解析データの作成、解析データに基づく最大振幅値の変化の標準偏差値の演算、解析データ波形の高速フーリエ変換処理によるスペクトラムピーク値の演算及び抽出を行なうと共に、これ等の各演算処理値を用いてファジィ If Then ルールを表わすメンバーシップ関数により人等の危険度を演算して最終的に人等の状態の正常又は異常を判断するようにしているため、実験と理論に裏打ちされた高精度で且つ確実な人の状態判断を行なうことが可能となる。

本発明は上述の通り、人の生・死等を含めた状態や動物の状態、機械等の状態

を正確に判別することができると云う優れた実用的効用を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

超音波振動感知センサを用いた人等の状態判別装置の基本構成を示すブロック線図である。

【図 2】

超音波振動感知センサの水面の状態と超音波受信信号  $b'$  の波形を示すものであり、(a) は無振動のとき、(b) は傾斜時、(c) は振動時を夫々示すものである。

【図 3】

本発明に係る人の状態判別装置を入院用ベッドへ適用した場合を示す説明図である。

【図 4】

図 3 の人等の状態判別装置を用いて検知したデータの処理の説明図であり、(a) は 0.1 秒間隔で取得した各回のデータの最大振幅値を振動感知の時系列データとしてプットした場合を示すものであり、また (b) は各プロットデータを正規化した場合の解析データを示すものである。

【図 5】

ベッド C 上を無負荷にした場合の図 3 の人等の状態判別装置により検知した取得データの図 4 の (b) に対応する解析データを示すものである。

【図 6】

ベッド C 上に人が寝ている場合の解析データを示すものであり、(a) は患者 X が、また (b) は患者 Y が寝ている場合を示すものである。

【図 7】

ベッド C 上にコンクリートブロックを乗せた場合の解析データを示すものであり、(a) は 15 kg ブロックを 1 個、(b) は 15 kg ブロックを 2 個及び (c) は 15 kg ブロックを 3 個乗せた場合を示すものである。

【図 8】

図 7 に示した解析データの波形を高速フーリエ変換した結果を示すものであり、

図 8 の (a) は図 5 の波形を、また図 8 の (b) は図 6 の (a) の波形を、更に図 8 の (c) は図 6 の (b) の波形を、夫々高速フーリエ変換した結果を示すものである。

【図 9】

ファジィ If Then ルールを表わすメンバーシップ関数である。

【図 10】

本願方法発明の実施を説明する系統図である。

【図 11】

本発明に係る人等の判別装置の第 2 実施例を示す構成図である。

【図 12】

第 2 実施形態に係る超音波送受信制御装置 E に於ける送信パルス  $a_p$ 、受信許可パルス  $r_p$  及び受信強度信号  $b_a$  のタイミング関係の説明図である。

【図 13】

先きに本願出願人等が開発した超音波振動感知センサの基本構成を示す説明図である。

【図 14】

先きに本願出願人等が開発した超音波振動感知センサを用いた人等の状態計測方法の実施状態を示す説明図である。

【符号の説明】

A は超音波振動感知センサ、B は超音波制御装置、C はベッド、D・E は超音波送受信制御装置、 $a$  は送信信号、 $b \cdot b'$  は受信信号、 $c$  は送信超音波、 $d$  は受信超音波、 $a_p \cdot a_p'$  は送信パルス、 $r_p \cdot r_p'$  は受信許可パルス、 $g_p \cdot g_p'$  は受信利得制御信号、 $b_a$  は受信強度信号、1 は容器本体、2 は液体 (水)、2 a は液面、3 は超音波振動子、4 はケーブル、5 は人、6 は超音波受信部、6 a は送信回路、6 b は受信回路、7 は信号変換部、8 はマイクロコンピュータ部。



【書類名】 要約書

【要約】

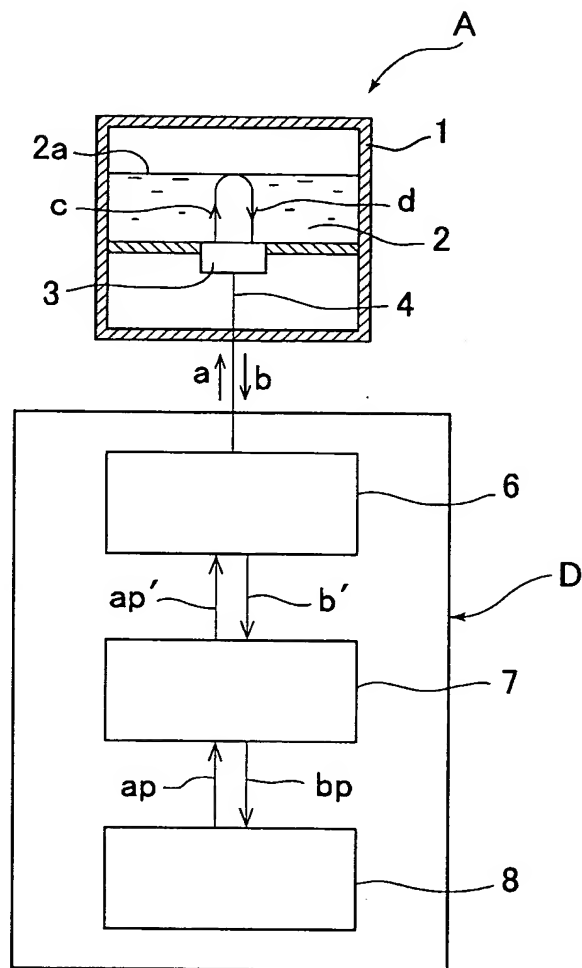
【課題】 人等の状態が正常であるか異常であるかの判別を遠隔から高精度でしかも確実にこなえと共に、システムの構築費の大幅な削減を可能にした人等の状態判別装置を提供する。

【解決手段】 容器本体と、容器本体の中に密封された液体と、液体の中に超音波を送信すると共に液面で反射された超音波を受信する超音波振動子とから成り、感知対象である人の動静を検知する超音波振動感知センサと、超音波送受信部と信号変換部とマイクロコンピュータ部とを備え、前記超音波振動感知センサへ所定時間間隔毎に送信信号を出力すると共に超音波感知センサ（A）から所定時間間隔毎に受信信号が入力され、前記入力された受信信号の最大振幅値の変化から超音波振動感知センサ（A）の感知対象である人や動物、機械等の危険度を演算する超音波送受信制御装置と、前記超音波感知センサと超音波送受信制御装置との間を連結し、送信信号及び受信信号の入出力通路を形成するケーブルと、から人等の状態判別装置を構成する。

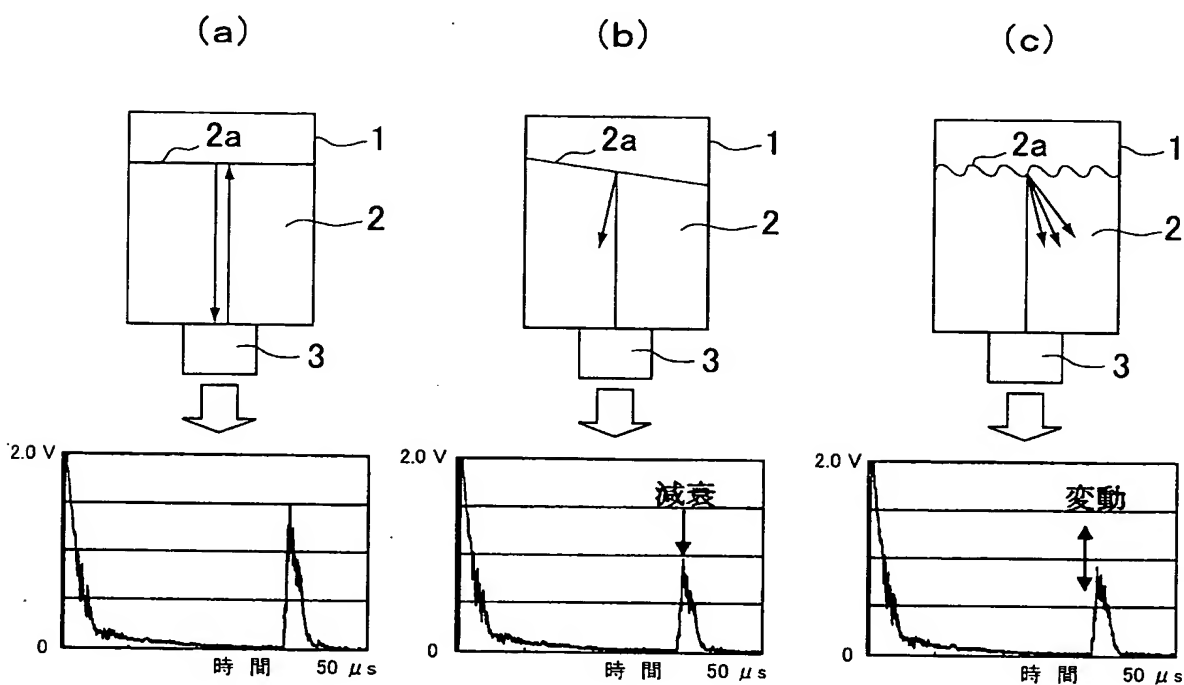
【選択図】 図 3

【書類名】 図面

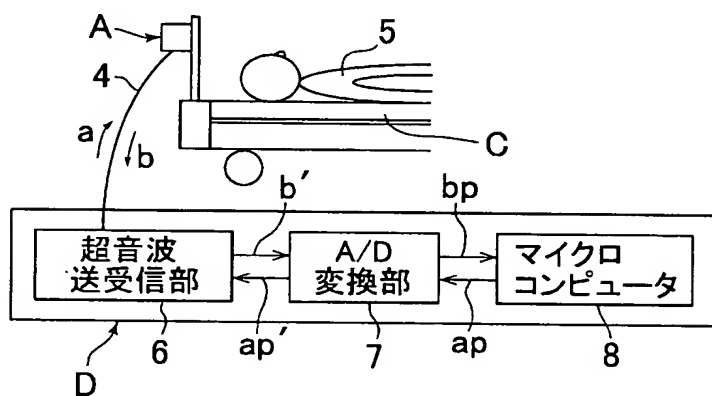
【図 1】



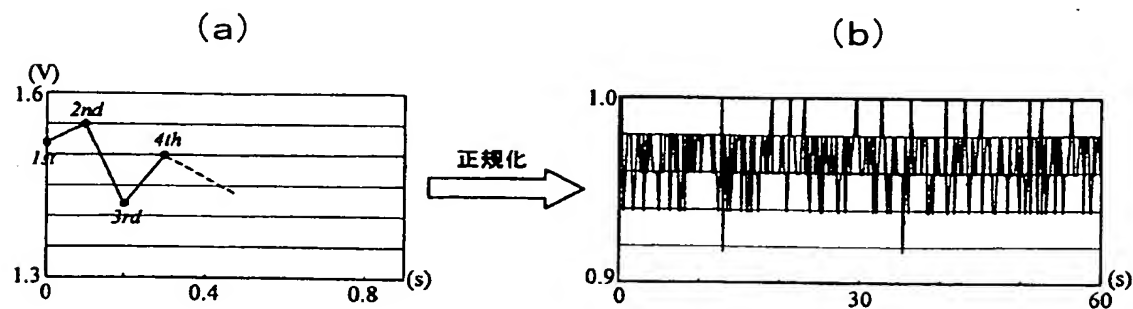
【図2】



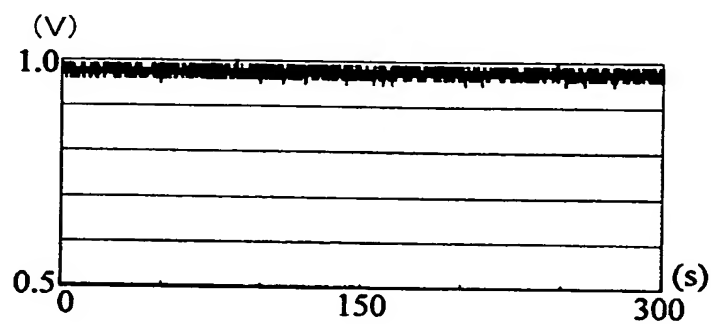
【図3】



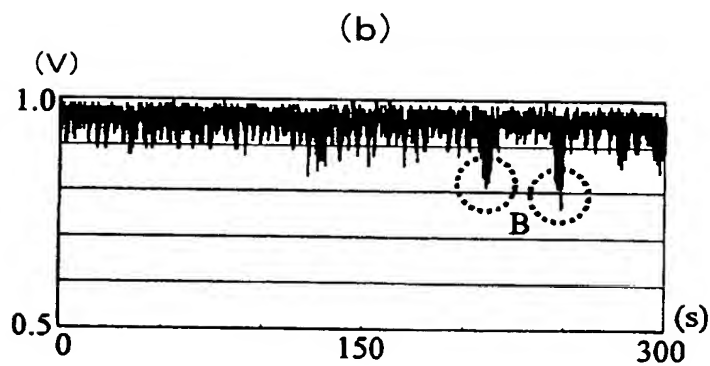
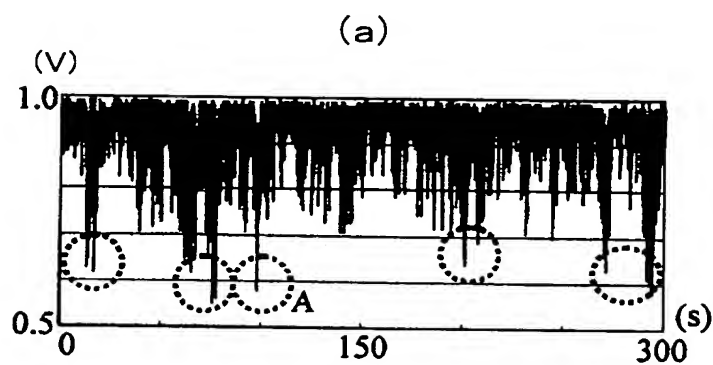
【図4】



【図 5】

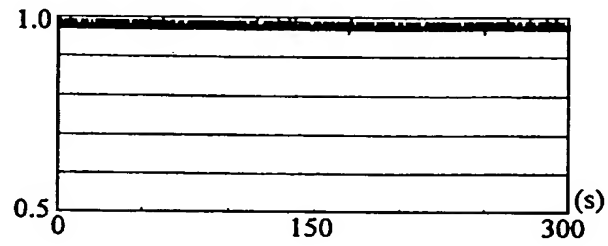


【図 6】

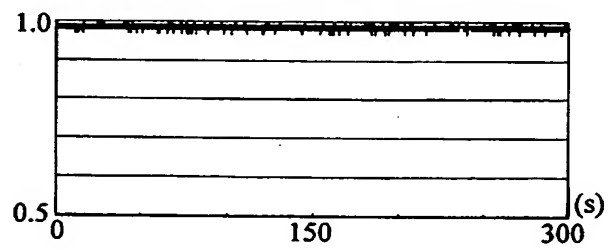


【図 7】

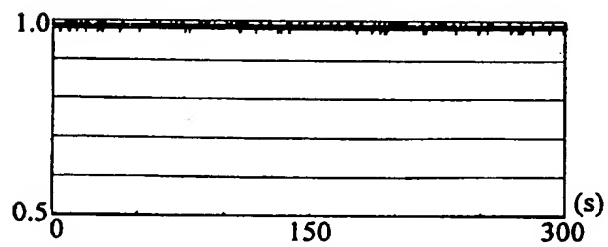
(a)



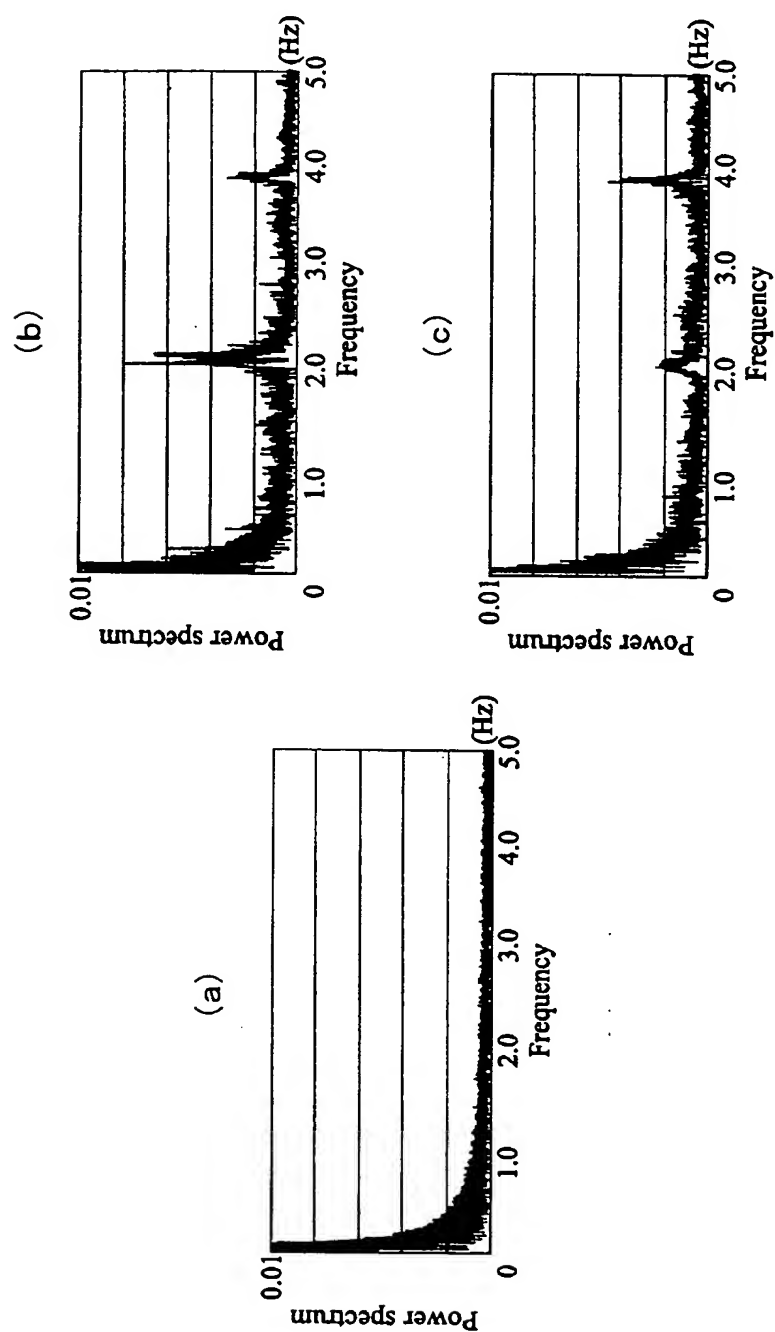
(b)



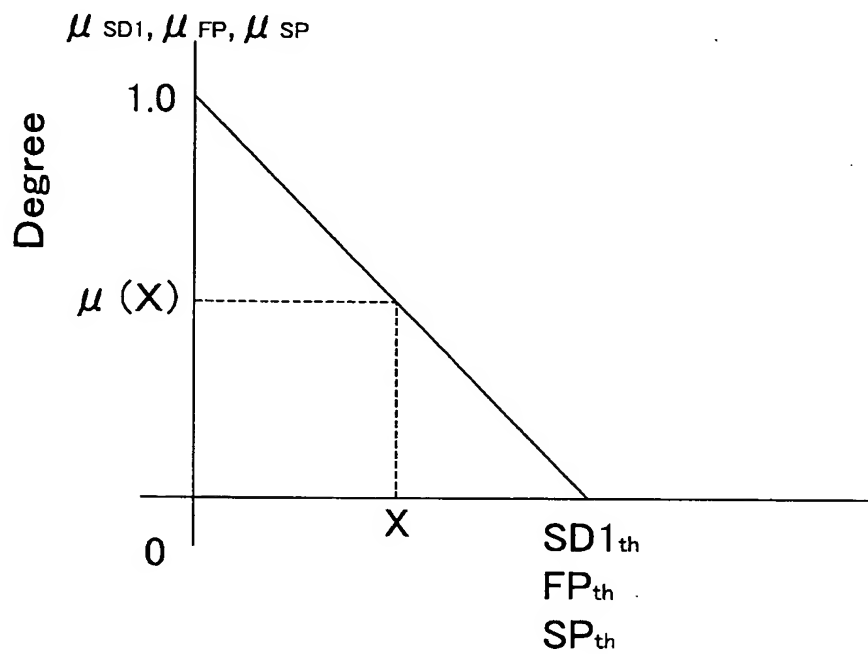
(c)



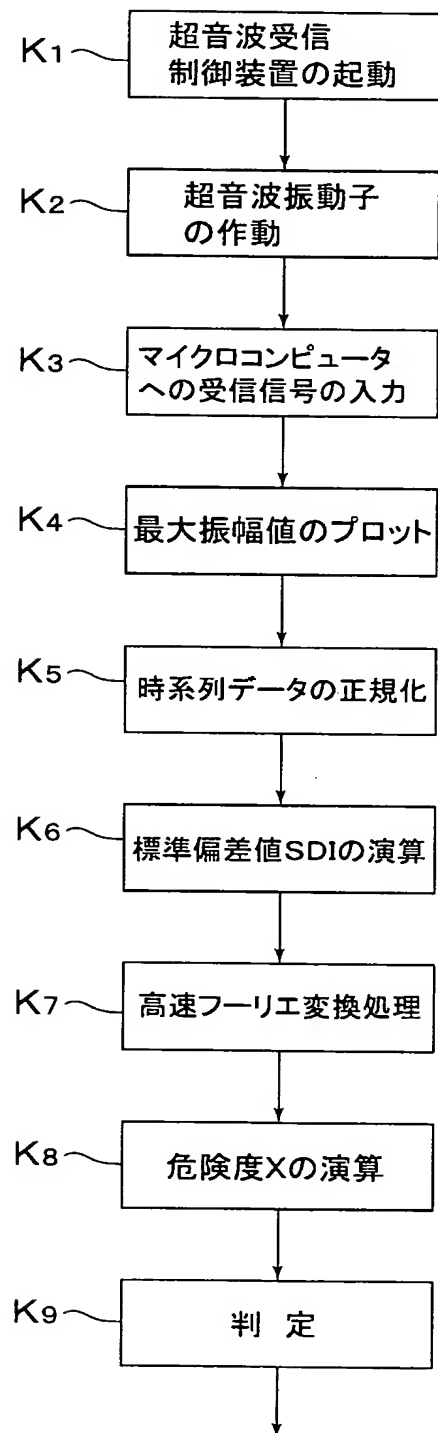
【図 8】



【図 9】

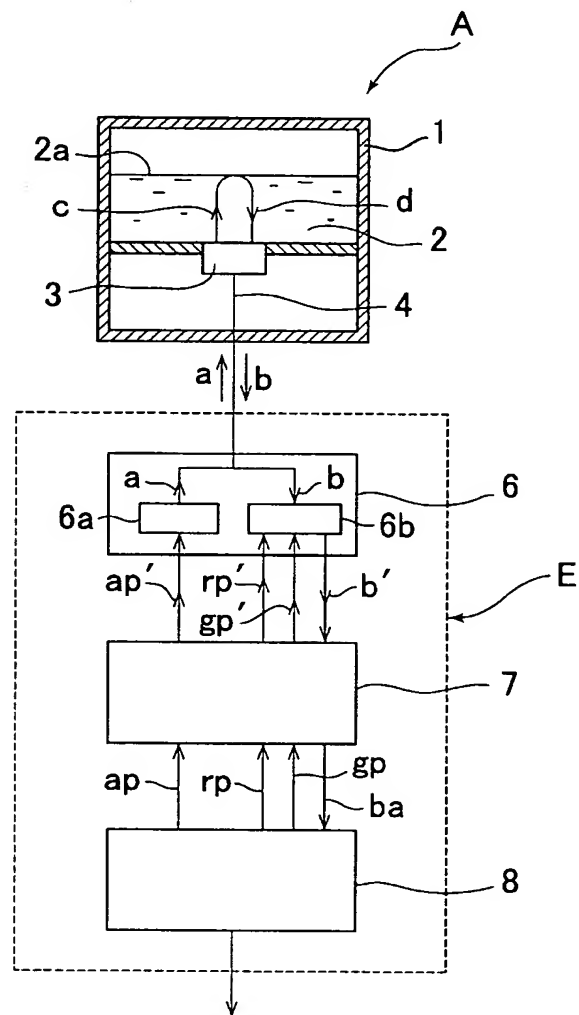


【図 1 0】

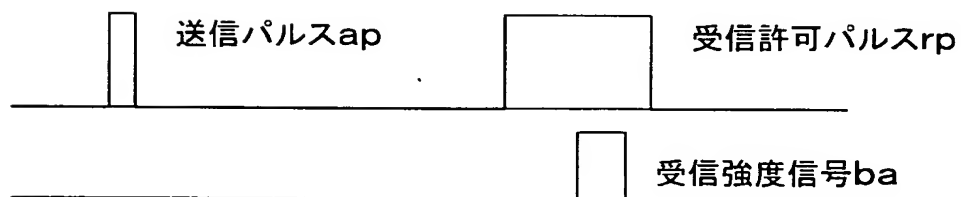




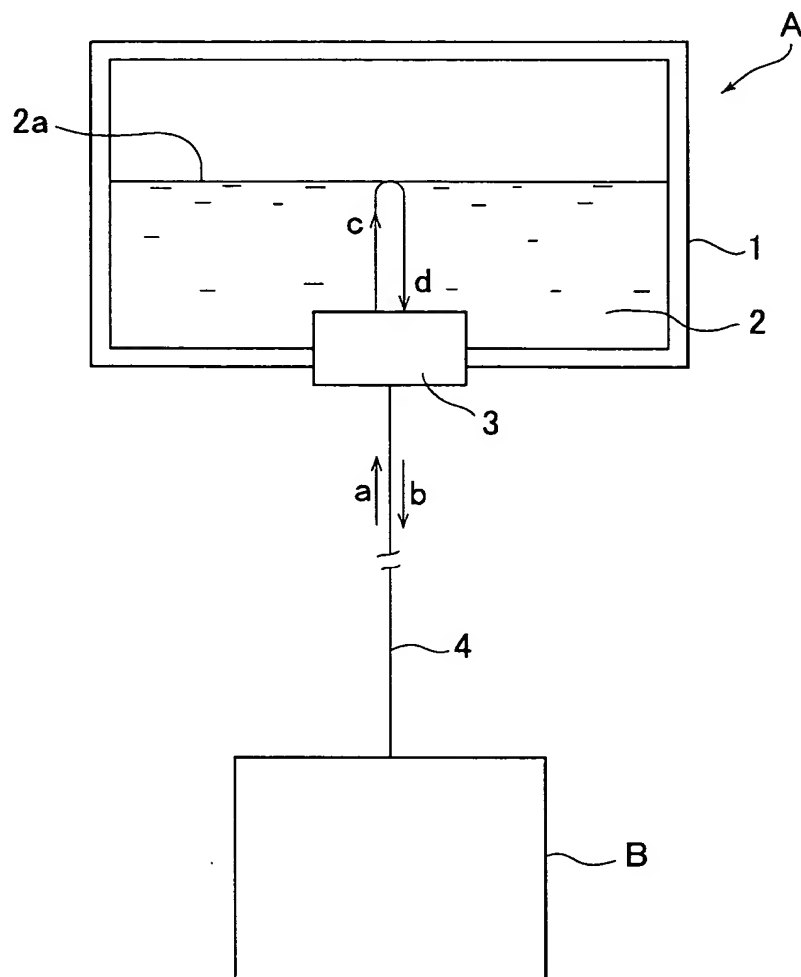
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

